

# 中長距離のトレーニングに関する研究

中長距離選手の素質とトレーニング  
の可能性について

中 尾 隆 行  
黒 田 十 三

## 1. 緒 言

体育やスポーツでは、各人の持つ身体的能力を最大限に発達させることがその目標の一つになる。その場合、まず第一にトレーニングをする者の素質や *readiness*, *train-ability* が明らかにされており、第二にそれに対して適切なトレーニング計画が与えられ実践されてこそ最大の効果が上がると考えられる。

本研究では、特に陸上競技の中長距離選手について、その素質や *train-ability* を明らかにすることをねらいとした。そしてこの点が明らかにすることが出来るとすれば、より適切なトレーニング処方を行なう根拠を明確にできよう。

中長距離選手の素質については、*Bresnahan*<sup>3)</sup> らは、スピードと持久力を備え、心機能にすぐれた者と述べており、*金原*<sup>8)</sup> は疾走スピードにすぐれ、酸素摂取能力および負債能力が高く、エネルギーを経済的に使う走法や力の配分のできる者としている。

また、ランニングで速く走るためには生理学的にみて、身体エネルギーの指標となる最大酸素摂取量と最大酸素負債量の大きいことが *Karpovich*<sup>7)</sup> によって指摘されており、*石河*<sup>5)</sup> は、それらの割合が競走距離に

よって差異があることを示し、短距離では酸素負債能力が重要であり、中距離ではほぼ半々、5000m以上の長距離では、酸素摂取量が重要であると指摘している。

一方、中長距離選手の最大酸素摂取量については、Robinson<sup>15)</sup> Åstrand<sup>2)</sup> Saltin<sup>17)</sup> Carter<sup>4)</sup> らによって測定されており、一般人の値よりも大きいことが明らかにされている。

したがって、中長距離走者の素質としては、最大酸素摂取量の大きさが重要な一面であるといえる。

しかしながら、最大酸素摂取量と競技成績との間には、どのような関係にあるかについては、これまでまだまだ十分な検討はされていない。

本研究ではそれらの関係を明らかにすることによって、中長距離選手の素質と train-ability を明らかにし、中長距離のトレーニングを指導する際の重要な手がかりを得ようと考えた。

## 2. 研 究 方 法

最大酸素摂取量の測定は傾斜5°(8.6%) のトレッドミルを用い走スピードを漸増させ、オールアウトまで走らせる方法によって測定した。

走スピードの負荷は被験者の能力により、220m/minと240m/minから始める者に分け、それらのスピードで2分間走らせた後に1分毎に10mずつスピードを上昇させた。走行中の呼吸は1分毎にダグラスバッグに採気し、オールアウト直前の呼吸ガスをベッグマン生理用ガス分析器で分析した。

走行中被験者の胸部から双極誘導により心電図を誘導し、一方、ガスマスク内にサーミスターを取り付け呼吸曲線を記録した。

全ての被験者のオールアウトタイムは4～8分であり、オールアウト時の心拍数は180以上、呼吸数は50～70に達していたところから、最大酸素摂取量が得られたと考えられる。被験者は、中京大学、名古屋大学、愛知教育大学、名古屋学院大学の中長距離ランナー35名であり、測定は45年5

月, 名古屋大学教養部体育学研究室で行なったものである。

### 3. 結 果 及 び 考 察

本実験の結果を被験者の5000m走のベスト記録順に示したものが(表1)である。

なお, 比較検討するため世界及び日本の一流選手の測定値についてはSaltin<sup>17)</sup>, 黒田, 加賀谷<sup>6)</sup>, 青木<sup>1)</sup>らの資料から採用した。

(表1)のNo. 1~No. 30は中京大学, 名古屋大学, 愛知教育大学, 名古屋学院大学の長距離選手30名について5000mの記録順に示したもので, No. 31~No. 35は中京大学の中距離選手5名の測定結果である。

この実験結果から長距離選手では, 身長, 体重はどのグループの選手を見ても大きな差は見られなかった。

Matsui<sup>10)</sup>によれば, 最大酸素摂取量及び体重当たりの最大酸素摂取量は, 18歳(一般男子)で約 $3\ell/min$ ,  $50ml/kg\cdot min$ である。

ここでは鍛練された中長距離選手について示したが, 表1にみられるように5000m 14分台の選手の平均は $3.84\ell/min$ ,  $70.9ml/kg\cdot min$  15分台の選手では $3.65\ell/min$ ,  $65.3ml/kg\cdot min$  16分台では $3.35\ell/kg\cdot min$   $60.3ml/kg\cdot min$  17分台の選手では $2.95\ell/min$ ,  $55.0ml/kg\cdot min$ であり, 記録の良いグループほど最大酸素摂取量及び体重当たりの最大酸素摂取量も大きいことがわかった。

また, 最大酸素摂取量の大きさは最大換気量の大きさと深い関係が見られる。最大換気量の平均は5000m 14分台の選手では $114.5\ell/min$  15分台では $100.9\ell/min$  16分台では $99.6\ell/min$  17分台では $89.6\ell/min$ と優れた記録を持つ者ほど大きな値を示した。

また, 日本及び世界の一流選手では, 最大酸素摂取量が約 $4\ell/min$ 以上, 体重当たりの最大酸素摂取量は $70ml/kg\cdot min\sim 83ml/kg\cdot min$ で最大換気量が $117.6\ell/min\sim 161.5\ell/min$ の範囲であった。

表1で No. 31~No. 35は800m 1分52秒~1分57の記録を持つ中京大学

表 1 5000m の Best Time と測定結果

(31~35 は 800m Runner・右頁下段16名は一流選手)

No.	名 前	5000m の記録	年 齢 (歳)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	最大換 気 量 (l/分)	最 大 酸 素 摂取量 (l/分)	体重当り の最大酸 素摂取量 (l/分/kg)	文 献 番 号
1	Ichi	14'24"8	23	159.0	54.0	133.2	4.27	79.1	
2	Kondo	14'42"0	20	166.0	53.5	115.2	3.85	72.0	
3	Kishine	14'44"2	20	165.0	56.5	114.1	4.04	71.5	
4	Okada	14'44"8	19	164.5	53.0	113.5	3.64	68.7	
5	Hasegawa	14'49"0	25	161.7	52.0	114.0	3.80	73.0	
6	Kasai	14'49"0	20	172.5	56.0	117.1	3.84	68.6	
7	Yamaguchi	14'49"2	20	168.0	54.5	94.0	3.46	63.5	
平均	n=7		21	165.2	54.2	114.5	3.84	70.9	
S. D				4.02	4.48	11.4	0.24	4.44	
8	Yamamura	15'14"0	19	170.0	57.0	123.1	4.28	75.1	
9	Murase	15'15"0	23	166.0	50.0	99.9	3.72	74.0	
10	Satonaka	15'33"5	20	161.0	51.0	81.2	3.04	59.6	
11	Sakata	15'39"0	20	178.0	63.5	109.7	4.18	65.8	
12	Kuroda	15'49"2	21	167.0	53.5	102.3	3.46	64.7	
13	Nakashima	15'51"0	22	163.0	51.0	73.7	3.00	58.8	
14	Hoshino	15'58"0	21	170.0	60.0	116.2	3.87	64.5	
平均	n=7		20.7	167.9	55.7	100.9	3.65	65.3	
S. D				5.16	4.36	16.6	0.47	5.14	
15	Nishida	16'00"8	21	174.0	62.0	96.0	3.42	55.1	
16	Kobayashi	16'15"0	21	170.0	56.0	100.9	3.50	62.5	
17	Ueda	16'20"0	21	168.1	57.0	114.6	3.80	66.7	
18	Kajita	16'23"0	20	160.0	51.0	96.3	3.72	72.9	
19	Minamikawa	16'31"0	20	169.5	61.0	110.7	3.54	54.2	
20	Otsuga	16'43"0	20	155.4	47.5	76.0	3.11	65.5	
21	Koda	16'50"0	20	166.0	56.0	107.3	3.29	58.8	
22	Takami	16'50"0	20	163.0	53.0	78.3	2.87	54.0	
23	Honda	16'53"0	19	166.0	59.5	116.3	2.89	48.6	
平均	n=9		20.2	165.8	56.1	99.6	3.35	60.3	
S. D				5.31	4.80	13.8	0.32	7.00	
24	Niimi	17'05"0	21	165.1	50.5	78.3	2.72	53.9	
25	Sakai	17'06"0	19	163.0	48.0	94.6	2.96	61.7	
26	Kawai	17'24"0	19	165.0	58.0	103.6	3.59	62.0	
27	Emoto	17'24"5	19	164.5	54.5	90.9	2.92	53.6	

(表の下段に示した16名の測定値は世界及び日本の一流選手のものであり  
下記の文献から採用した。)

No.	名 前	5000m の記録	年 齢 (歳)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	最大換 気 量 (l/分)	最 大 酸 素 摂取量 (l/分)	体重当り の最大酸 素摂取量 (l/分/kg)	文 献 番 号
28	Daito	17'25"0	21	167.0	48.5	81.5	2.82	58.1	
29	Yoshida	17'48"0	20	165.0	54.0	76.2	2.64	48.9	
30	Yamada	18'07"0	19	166.0	51.0	102.7	3.03	59.4	
平均	n=7		19.7	164.5	52.0	89.6	2.95	55.0	
S. D				3.77	1.00	10.46	0.91	4.48	
31	Maki	1'52"8	22	174.0	66.0	126.0	4.05	61.4	
32	Hidaka	1'54"4	20	173.5	64.0	109.6	4.10	63.1	
33	Hirata	1'56"0	21	170.0	58.0	101.6	3.80	65.5	
34	Ishida	1'56"4	20	177.3	66.0	113.7	4.03	61.1	
35	Nakamura	1'57"0	22	157.7	54.0	98.7	3.63	67.2	
平均	n=5		21	170.5	61.6	109.9	3.92	63.7	
S. D				6.8	4.8	15.3	0.56	2.36	
1	Keino	13'24"2	25	178.0	60.0	151.0	4.92	82.0	(1)
2	Sawaki	13'33"0	23	176.0	62.2	161.5	4.81	77.0	(2)
3	L.	13'49"2	25	177.0	62.0	117.6	4.78	77.1	(1)
4	Sasaki	13'53"2	21	163.9	54.5	136.7	4.20	77.0	(2)
5	Suzuki	13'55"8	21	170.1	50.0	128.4	3.82	76.0	(2)
6	Usami	14'07"8	24	167.7	59.5	159.8	4.95	83.0	(2)
7	Koyama	14'12"10	20				4.99	78.1	(3)
8	Miyashita	14'14"0	19				4.37	82.1	(3)
9	Inoue	14'14"8	24	170.8	60.5	157.6	4.62	76.0	(2)
10	Ueoka	14'15"4	24	163.0	54.0	118.5	3.89	72.0	(2)
11	Kimihara	14'20"4	26	167.3	56.5	160.0	4.42	78.0	(2)
12	Hisada	14'26"6	21				3.70	72.6	(3)
13	Uchida	14'27"4	19				4.12	74.9	(3)
14	Kawaida	14'33"2	21				4.14	74.0	(3)
15	Tatsumi	14'36"10	20				3.73	70.0	(3)
16	Snell	1'44"3	26	179.8	76.0	147.0	5.50	72.3	(4)

- (1) Saltin, B. and Åstrand, P.O. : Maximal oxygen uptake in athletes, 1967.
- (2) Kagaya, T. et al: Maximum oxygen uptake in Japanese top athletes. 1969
- (3) 青木純一郎:トレーニングの生理. 1969
- (4) Carter, J. E. L. et al. : Structural and functional assessment on a champion runner—Peter Snell,

の中距離選手の最大酸素摂取量であるが、この五選手の身長、体重の平均は170.5cm 61.6kgで長距離選手のいずれのグループの平均値よりも優れていることがわかる。最大酸素摂取量及び体重当たりの最大酸素摂取量、及び最大換気量の平均は $3.92\ell/\min \cdot 63.7\text{ml}/\text{kg} \cdot \min$   $109.9\ell/\min$ で体重当りを除いて、長距離選手より高い値を示した。

すなわち、5000m 14分台の選手と比較してみると、最大酸素摂取量、最大換気量ともにほぼ同じ大きさを示しているが、体重当たりの最大酸素摂取量においては差がみられる。

これは中距離選手においては比較的体重があり、筋肉総量に差がある様に思われる。これは中距離のレースにおいては、より高い疾走スピードが要求されるので最大酸素摂取量とともに最大酸素負債量が必要とされるためであるとみられる。

疾走中の身体エネルギー( $y$ )はスピード( $x$ )との間に $y = ax^b$ という式が成り立ち  $b$ の値は2乗～4乗で比例することが Sargent<sup>16)</sup>, yamaoka<sup>18)</sup>, Margaria<sup>7)</sup> らによって確められている。

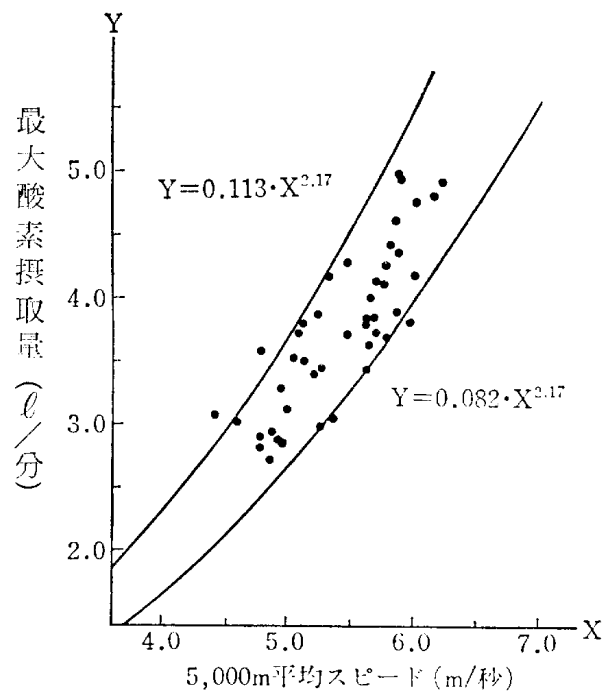


図 1 本実験結果に、他の報告結果を含めて図にしたもの、測定値が図中の2つの曲線の間にはほぼ含まれることがわかる。

三浦<sup>11)</sup> 12) らは、は表 I で示した長距離選手について、最大酸素摂取量を (y) 5000m の平均スピードを (x) として図 I に示した。その結果、これらの選手は図中に示した二本の曲線の間分布しており、それぞれの線は  $y = 0.113x^{2.17}$  と  $y = 0.082x^{2.17}$  の式が得られた。すなわち、この曲線間の横巾は同じ大きさの最大酸素摂取量を持つ者の主として技術による差であるとみることができる。

この図で最も右へ到達した者の線 ( $y = 0.082x^{2.17}$ ) から現在測定されいる者にもとづいて予想記録を知ることができる。

表 2	最大酸素摂取量	平均速度	5000m 予想タイム
	5.0以上ℓ/分	6.5 m/s	12'49"
	4.5	6.4	13'01"
	4.0	6.00	13'54"
	3.5	5.70	14'38"
	3.0	5.35	15'34"

これを示したものが表 2 である。この表から、最大酸素摂取量の大きさと到達できる。5000m 走の予想タイムとの関係が明らかとなった。

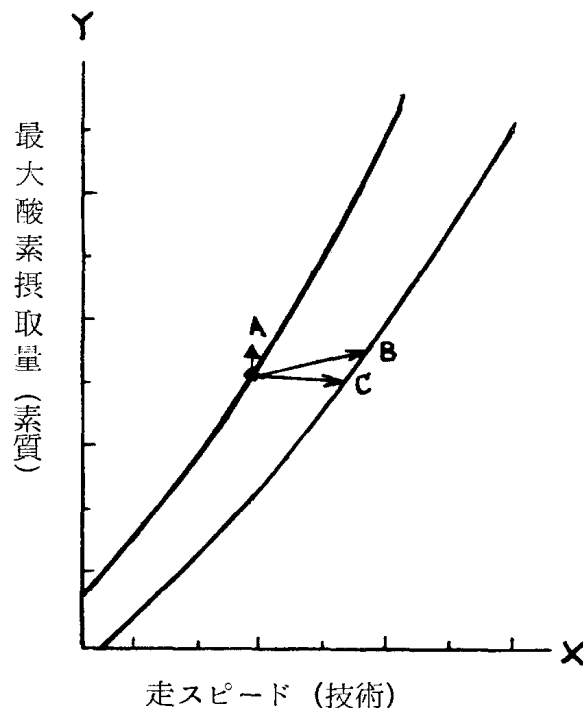


図 2 長距離におけるトレーニングの方向

さらに図1にもとづいて長距離におけるトレーニングの方向を考えると図2のような模式図が考えられる。この図でy軸は素質を示すものであるから(図中の矢印A) **train-ability** は少ないとみられ、主として **train-ability** はx軸にそっているといえる(図中矢印C) その結果、実際にはトレーニングの成果が図中矢印Bに向うと考えられる。

また、最も右へ到達した者の線に対して、x軸のどの位置にあるかによって各走者のトレーニングの程度を知ることができる。

つまり、ケイノと鈴木が最も速いスピードで走っているところから、それらを結ぶと図3のように示される。

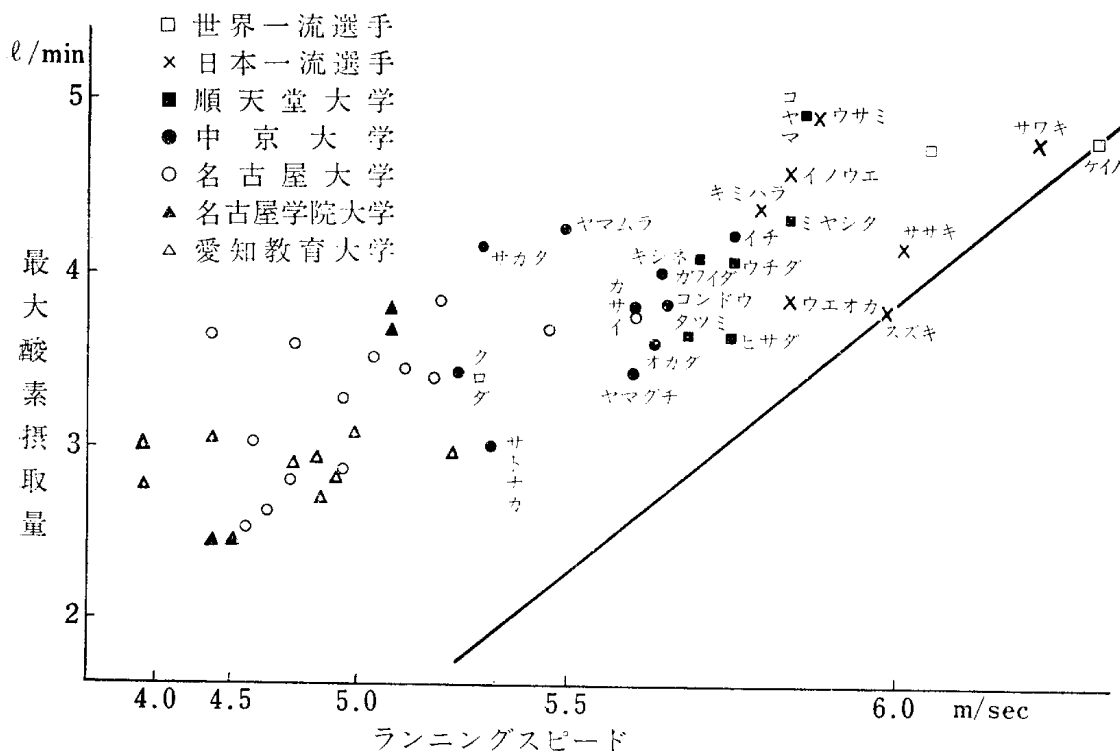


図 3 ランニングスピードと最大酸素摂取量

この図で、中京大学と順天堂大学の選手は最大酸素摂取量が3.5~4.2  $l/min$ の間にあり、ほぼ素質が同じであるが、ランニングスピードは、中京大学の選手に比べ順天堂大学の選手が速い。この点について中尾<sup>13)</sup> 14) は中京大学と順天堂大学の練習量及び練習のスピードを詳細に比較した結果中京大学が練習量及びスピードにおいてやや差があることを認めている。



## 4. 総 括

中長距離選手の最大酸素摂取量をトレッドミル負荷テストにより測定し、記録との関連を検討することにより、各選手がどの程度の素質を有するかを明らかにしようと考えた。

つまり、世界的なレベルであれば、最大酸素摂取量は、 $4\ell/min \sim 5\ell/min$  体重当りで、 $70ml/kg \cdot min$  以上必要であろうし、また、各々の最大酸素摂取量で到達可能な記録が推定できた。

また、中長距離における記録の向上は、最大酸素摂取量の増大よりも、走技術の獲得によるものが大きいことが考えられ、走技術の獲得が、未開発な部分として残されているものとするならば、その部分の開発に重要なポイントが残されているものとする。

そして、それを **train-ability** とするならば、その為の指導こそ急務だと考える。

さらに、各選手の長距離トレーニングの程度や練習法の良否についてもこれらの資料から検討できた。

本稿をまとめるにあたり終始協力を戴いた名古屋大学三浦望慶講師に深く感謝する。

## 文 献

- 1) 青木純一郎：トレーニングの生理・第16回日本学生陸上競技連合指導者会議。1969.
- 2) Åstrand, P. O. : New Records in Human Power. *Nature*. 176 922—923. 1955.
- 3) Bresnahan, G. T. et al. : *Track and Field*, C. V. Mosby CO, 1960.
- 4) Carter, J. E. L. et al. : Structural and Functional Assessments on a Champion Runner—Peter Snell. *Research Quarterly* 38 (3) : 335—364, 1967.
- 5) 猪飼道夫, 石河利寛, 杉本良一 ; スポーツの生理学, 同文書院 1961

- 6) 加賀谷熙彦, 黒田善雄 他: 日本一流競技選手の最大酸素摂取量  
第一報, 日本体育協会スポーツ科学研究室報告書 1969
- 7) **Karpovich** 飼猪道夫, 石河利寛訳: 運動の生理学, ベースボールマガジン社, 1960.
- 8) 金原 勇: 陸上競技者のトレーニング, ベースボールマガジン社, 1960.
- 9) **Margaria, R., P. Cerretelli, et al. : Energy cost of running. J. Appl. Physiol. 18 (2) : 367—370. 1963.**
- 10) **Matsui, H., Miyashita, M. Miura, et al. : Aerobic Work Capacity of Japanese adolescents. J. of Sports Medicine and Physical Fitness 11 : (1) 1971.**
- 11) 三浦望慶, 松井秀治, 宮下充正, 他: 走運動における身体資源と運動成果の関係について, 体育の科学, Vol. (21) No. 2. 1971. 2
- 12) **Miura, et al. : A Study on the Relationship between Physical Performance and Physical Resources.**  
**Reserch Journal of Physical Education. Vol. 15 No. 4 1971**
- 13) 中尾隆行.: スピードの持続とトレーニング. 17 回日本学生陸上競技連合指導者会議 1970
- 14) 中尾隆行.: スピードの持続とトレーニング. 月刊陸上競技 Vol. 5 No. 3 1971. 3
- 15) **Robinson, S. et al. : New Records in Human Power. Science 85 : 409. 1937.**
- 16) **Sargent, M. : The Relation between Oxygen Requirement and Speed in Running. Proc Roy. Soc. 100 (10)—21, 1926.**
- 17) **Saltin, B. and Åstrand P. O. : Maximal Oxygen Uptake in Athlete. J. Appl. Physiol. 23 (3) : 353—358, 1967.**
- 18) **Yamaoka, S. : Studies on Energy Metabolism in Athletic sports. Reserch Journal of Physical Education. Japanese Society of Physical Education. 9 (3) : 28—40, 1965.**